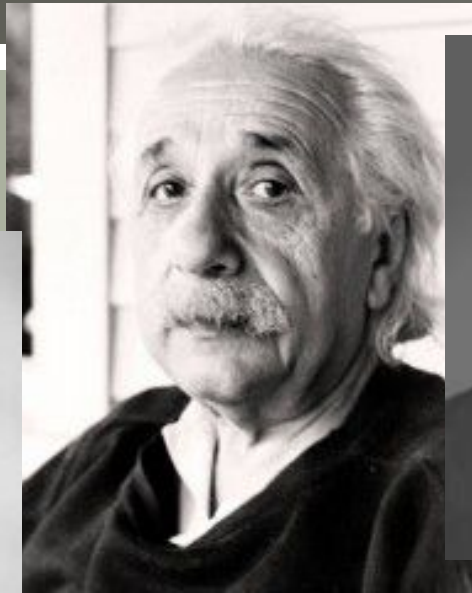


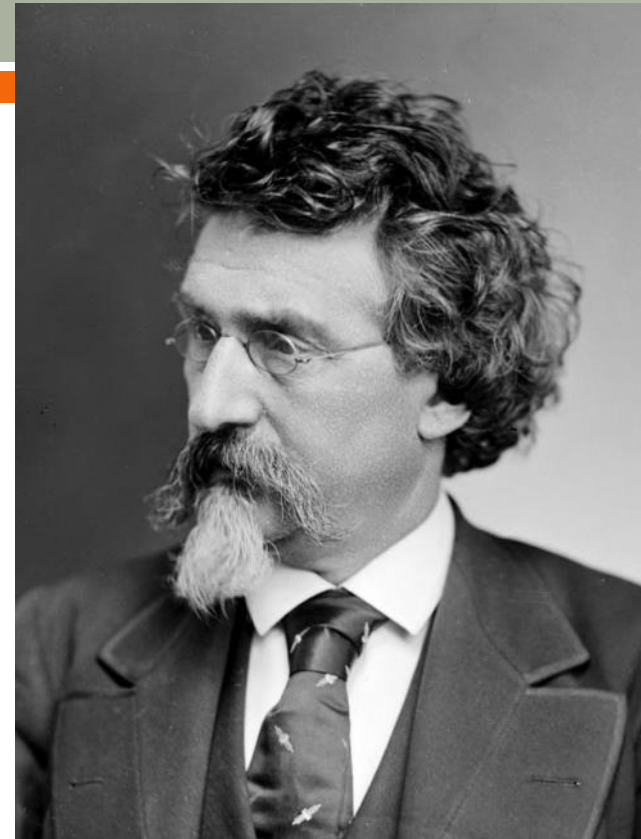
Становление вероятностного (статистического) детерминизма (XIX-XX вв.)



Rømer Mønstel

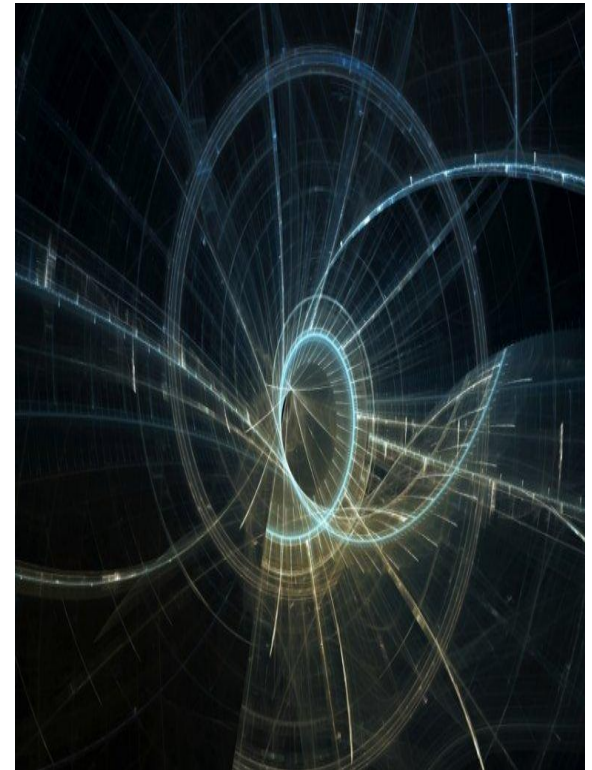
Выполнили студенты 3 курса ПИ ИГУ: Бабаева К., Дудукина А., Залуцкая О.,
Каптюк Е., Мусифулина И., Ряков Е.

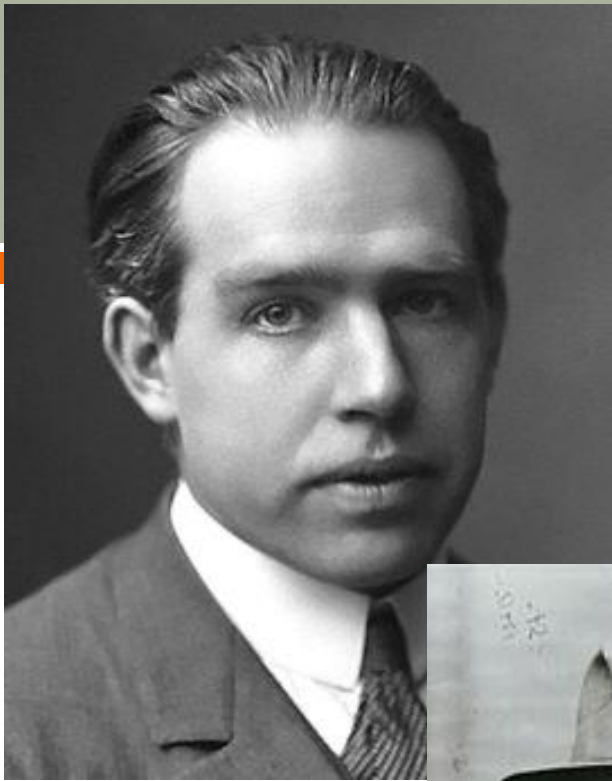
Во второй половине XIX века выявляется ограниченность механистического детерминизма. Максвелл, пытаясь описать движение молекул газа, т.е. систему из огромного числа элементов, пришёл к выводу об ограниченности динамических законов классической механики и ввёл понятие вероятностного (статистического) закона (1859). Вероятностный закон, как и динамический, с помощью уравнений устанавливает жёсткую, однозначную связь состояний системы. Т.е. зная первоначальное состояние системы, вероятностный закон может точно предсказать её состояние в последующие моменты времени. Отличие вероятностных и динамических законов состоит в способе описания состояния системы. Если динамический закон состояние точными значениями величин, то вероятностный оперирует средними величинами, распределением вероятностей (вероятность значений в заданных интервалах).



□ В XX веке было открыто множество вероятностных законов, и возникла дискуссия об их соотношении с динамическими законами. Эта дискуссия обострилась после создания квантовой механики, описывающей неопределённый и вероятностный характер физических характеристик микрообъектов. Вероятностный закон не может точно предсказать значение той или иной физической величины, а предсказывает её среднее значение; не может точно предсказать событие, а предсказывает его вероятность.

□ Поэтому возникает ощущение неполноты такого знания, его приближённого характера. В частности, возникают вопросы о полноте квантовой механики: является ли статистическое описание микрообъектов единственно возможным? Существуют ли более глубокие динамические законы, описывающие движение микрообъектов, но скрытые за статистическими законами квантовой механики?





□ Такие учёные как Н. Бор, В. Гейзенберг, М. Борн считали вероятностные законы основными законами природы, а квантовое описание микрообъектов полным и **единственно возможным** (соотношение неопределённостей Гейзенберга, принцип дополнительности Бора). При этом, не имея чёткой философской позиции, они делали вывод об индетерминизме микромира. Индетерминизм – это философское учение, отрицающее всеобщие закономерные взаимосвязи объективных явлений. Ошибка этих учёных в том, что они сводили детерминизм к его первой и ограниченной форме – к механистическому детерминизму и заявляли об отсутствии такой детерминации в микромире.

Учёные, несогласные с такой позицией, объявляли квантовую механику неполной, а её знания промежуточными (А. Эйнштейн, М. Планк, Шредингер) (ЭПР-парадокс). Обобщая этот вывод, они переносили его и на все остальные вероятностные законы, считая их результатом неполноты наших знаний. Этот вывод в настоящее время также признаётся ошибочным.

На самом деле, наличие вероятностных законов противоречит только механистическому детерминизму. Современный, вероятностный детерминизм не только признаёт их наличие, но и считает их основным типом законов. Вероятностный закон соответствует всем признакам объективного закона, как существенной, необходимой, устойчивой связи. А значит, распространённость таких законов доказывает всеобщую и закономерную взаимосвязь явлений, т.е. подтверждает детерминизм. Динамические законы – это идеализация реальных отношений, выделение из бесконечного множества условий отдельных существенных связей. Поэтому в чистом виде динамические законы нигде не реализуются. Даже для отдельных макротел невозможно точно описать начальное состояние системы. Поэтому с течением времени точность предсказаний уменьшается. Любой закон ограничен определёнными условиями. Но в реальности условия могут измениться, и закон не реализуется.

Генрих Рудольфович Герц

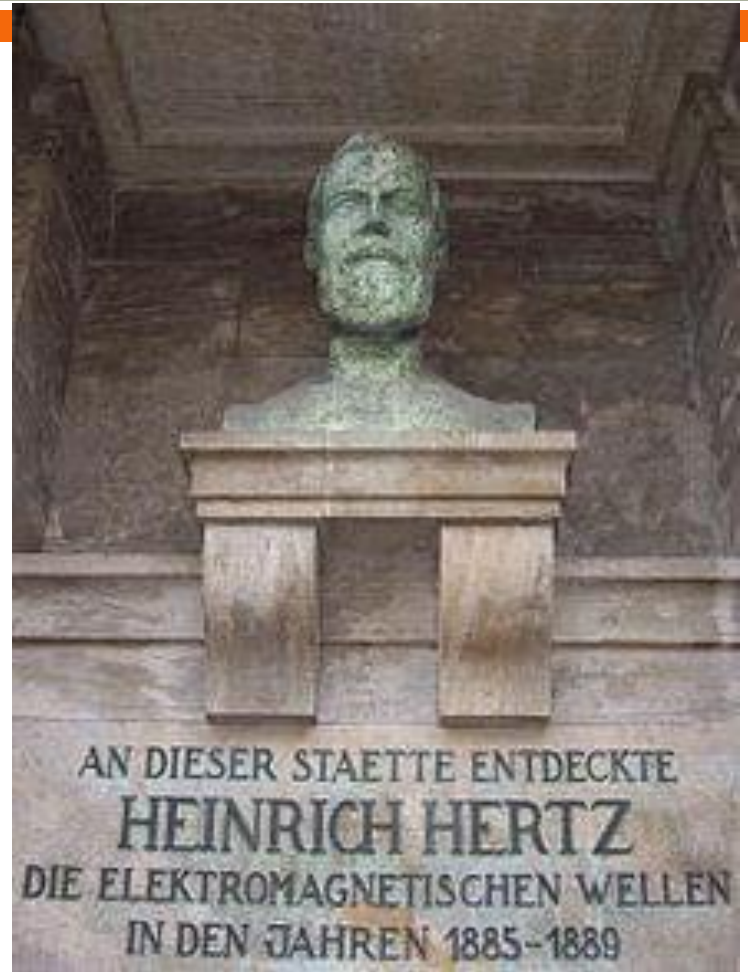
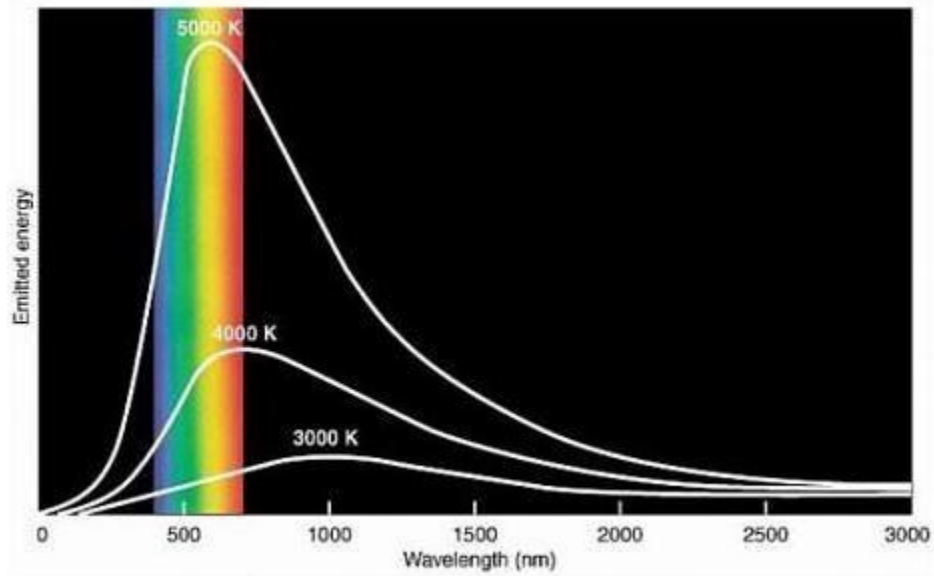
- *Генрих Рудольфович Герц родился 22 февраля 1857 г. в Гамбурге. (немецкий физик)*
- **Основное достижение-** экспериментальное подтверждение электромагнитной теории света Джеймса Максвелла.
- Исследовал **отражение** (физический процесс взаимодействия волн или частиц с поверхностью, изменение направления волнового фронта на границе сред с разными свойствами, в которой волновой фронт возвращается в среду из которой он пришел).
- Дал описание внешнего **фотоэффекта** (испускание электронов веществом под воздействием света или любого другого электромагнитного излучения)

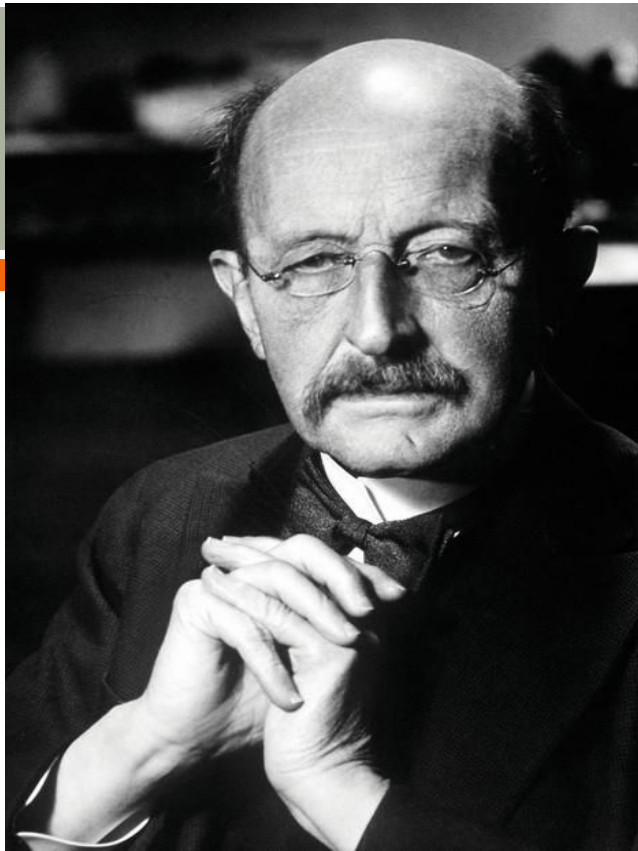


Научная деятельность

- Занимался вопросами **метеорологии** (это наука, занимающаяся изучением строения и свойства земной атмосферы)
- Внес большой вклад в **электродинамику** (механика контактного взаимодействия)
- Радиопередатчик Герца на основе катушки Румкорфа (исследование электромагнитных волн (1885-1889гг))
- **Благодаря своим опытам Герц пришел к выводам:**
- **1.** Волны Максвелла «синхронны»
- **2.** Можно передавать энергию электрического и магнитного поля без проводов.
- Именем Герца в **1993** года называется единица измерения частоты Герц, которая входит в международную метрическую систему единиц СИ (Гц, Hz)







М. Планк.

Макс Планк - немецкий физик, попытался объяснить наблюдаемые явления на основе некоторых соотношений, казавшихся ему верными.

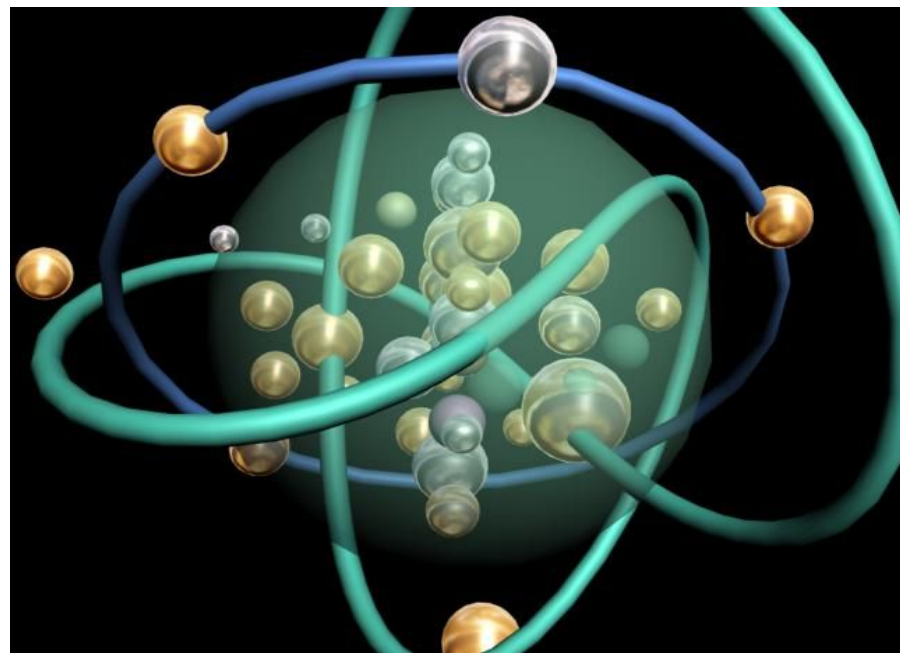
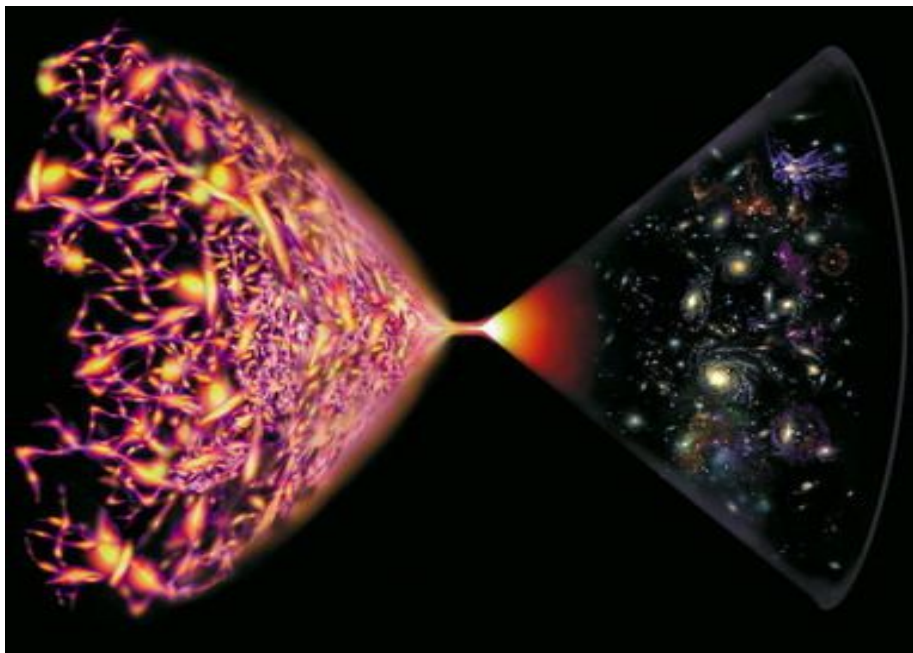
И 19 декабря 1900 года на заседании Берлинского физического общества немецким учёным Максом Планком

(1858-1947) предлагается новая формула для распределения энергии в спектре электромагнитного излучения: **$E = hv$** , где E - энергия, ν - частота, а h - постоянная Планка.

Постоянная Планка

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Есть многочисленные свидетельства, в том числе М. Борна, что Планк не был лишен интереса к философии: "физические интересы Планка всегда имели философское происхождение и коренились в его глубокой убежденности... в том, что человеческий ум может проникать в тайны природы с помощью мышления вследствие гармонии между законами мышления и законами природы".



Фундаментальный эмпирический закон (в данном случае формула распределения энергии спектра абсолютно черного тела М. Планка) получается методом проб и ошибок: из множества возможных математических структур, известных ему из литературы, он выбирает такую, из которой в принципе можно получить посредством математической дедукции все известные выше перечисленные законы излучения, согласующиеся с экспериментом. Вот этот знаменитый закон излучения М. Планка :

$$u_{\nu,T} = \frac{4}{c} \varepsilon_{\nu,T} = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{\exp(h\nu/kT) - 1}$$

Феноменологическая "теория" Планка в форме феноменологической конструкции положила начало квантовой физике.

Грегор Мендель

■ **Мендель (Mendel)** Грегор Иоганн (22.07.1822, Хейнцендорф – 06.01.1884, Брюнне), австрийский биолог, основоположник генетики. Учился в школах Хейнцендорфа и Липника, затем в окружной гимназии в Троппау. В 1843 окончил философские классы при университете в Ольмюце и постригся в монахи Августинского монастыря св. Фомы в Брюнне (ныне Брно, Чехия). Служил помощником пастора, преподавал естественную историю и физику в школе. В 1851–53 был вольнослушателем в Венском университете, где изучал физику, химию, математику, зоологию, ботанику и палеонтологию. По возвращении в Брюнн работал помощником учителя в средней школе до 1868, когда стал настоятелем монастыря.



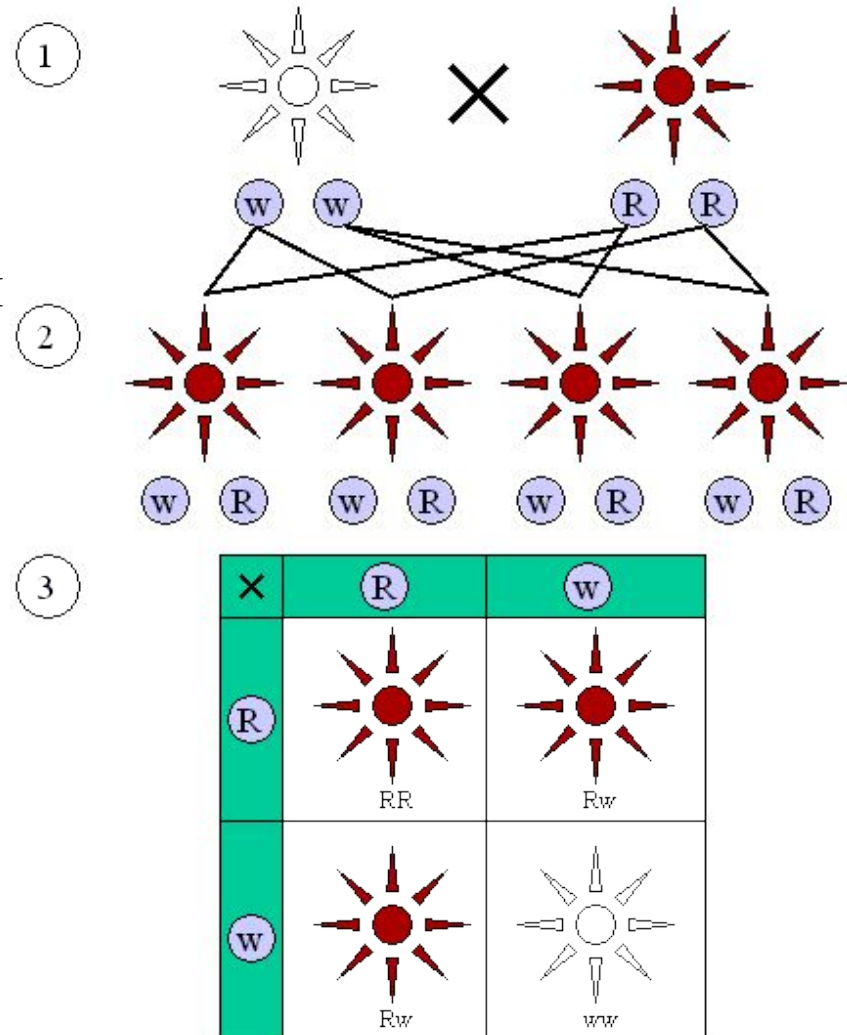
В 1856 Мендель начал свои эксперименты по скрещиванию разных сортов гороха, различающихся по единичным, строго определённым признакам (например, по форме и окраске семян). Точный количественный учёт всех типов гибридов и статистическая обработка результатов опытов, которые он проводил в течение 10 лет, позволили ему сформулировать основные закономерности наследственности – расщепление и комбинирование наследственных «факторов».

Мендель показал, что эти факторы разделены и при скрещивании не сливаются и не исчезают. Хотя при скрещивании двух организмов с контрастирующими признаками (например, семена жёлтые или зелёные) в ближайшем поколении гибридов проявляется лишь один из них (Мендель назвал его «доминирующим»), «исчезнувший» («рецессивный») признак вновь возникает в следующих поколениях. Сегодня наследственные «факторы» Менделя называются генами.



Схема 1-го закона Менделя

- Схема первого и второго закона Менделя. 1) Растение с белыми цветками (две копии рецессивного аллеля w) скрещивается с растением с красными цветками (две копии доминантного аллеля R). 2) У всех растений-потомков цветы красные и одинаковый генотип Rw . 3) При самооплодотворении у $3/4$ растений второго поколения цветки красные (генотипы $RR + 2Rw$) и у $1/4$ — белые (ww).



Закон частоты гамет можно проследить при делении клеток в мейозе

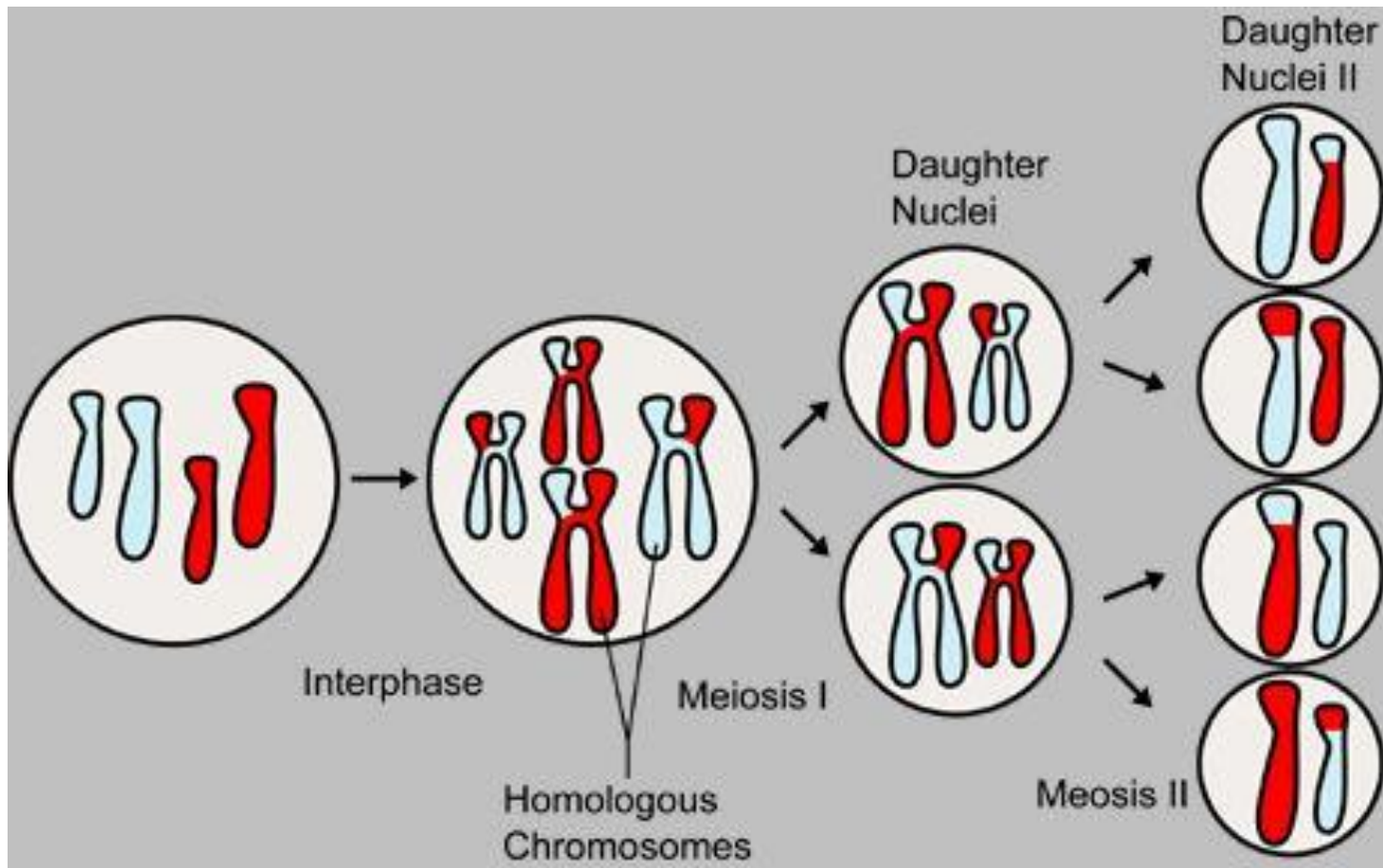
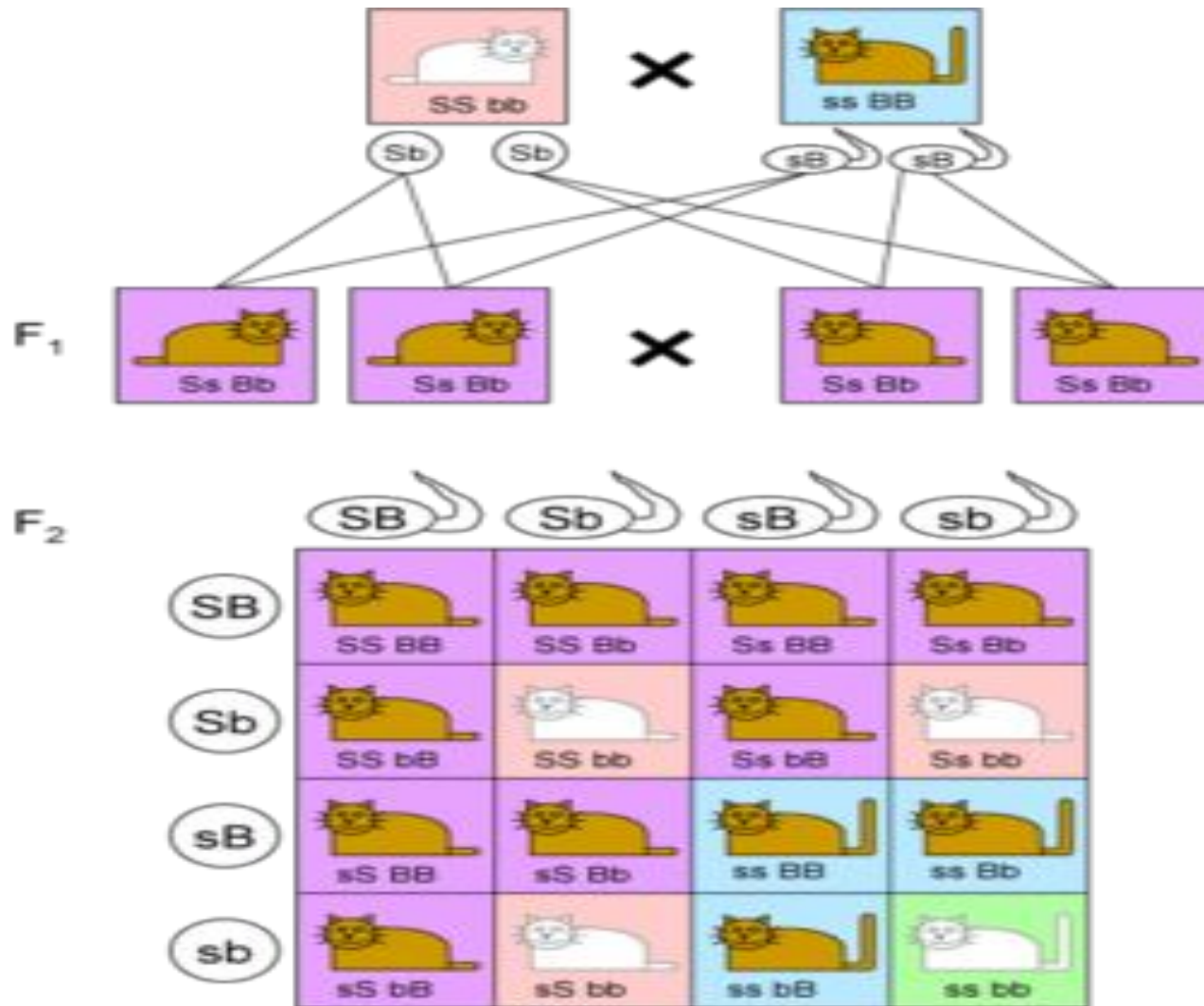


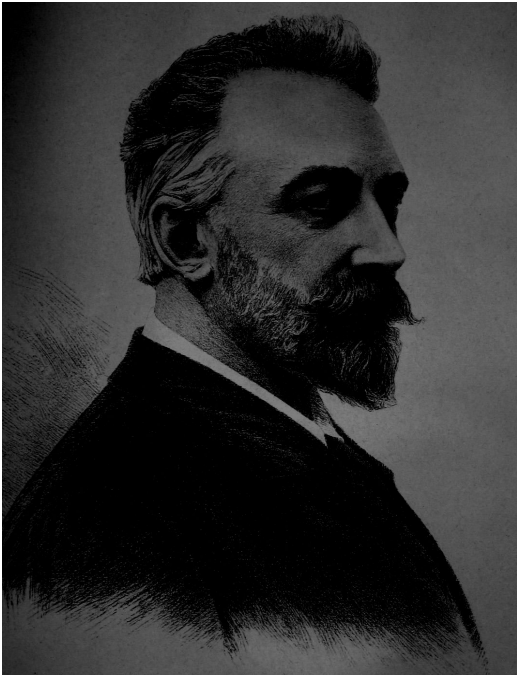
Иллюстрация независимого наследования признаков



Условия выполнения законов Менделя

- В соответствии с законами Менделя наследуются только моногенные признаки. Если за фенотипический признак отвечает более одного гена (а таких признаков абсолютное большинство), он имеет более сложный характер наследования.
- Условия выполнения закона расщепления при моногибридном скрещивании (Расщепление 3 : 1 по фенотипу и 1 : 2 : 1 по генотипу выполняется приблизительно и лишь при следующих условиях)
- Условия выполнения закона независимого наследования
- Условия выполнения закона чистоты гамет

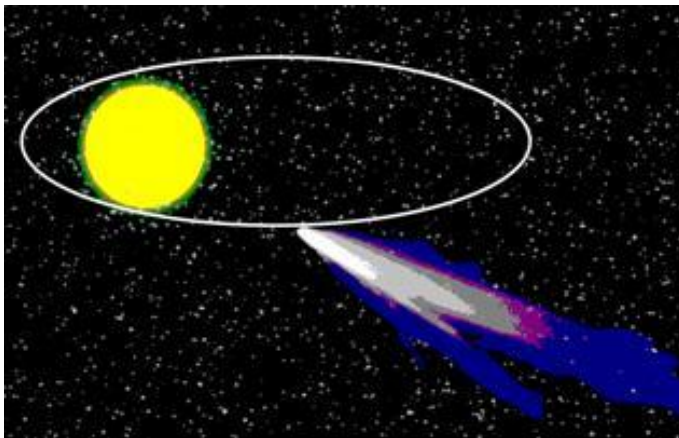
Лебедев Петр Николаевич



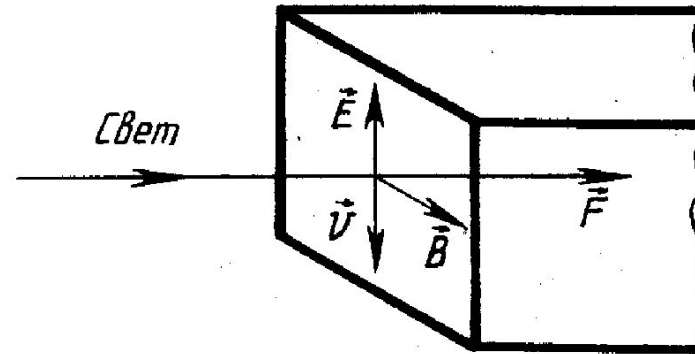
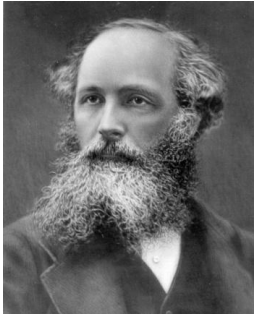
Лебедев Петр Николаевич (1866-1912), российский физик, создатель первой русской научной школы физиков. Профессор Московского университета (1900-11), ушел в отставку в знак протеста против притеснений студенчества. Впервые получил (1895) и исследовал миллиметровые электромагнитные волны. Открыл и измерил давление света на твердые тела (1900) и газы (1908), количественно подтвердив электромагнитную теорию света. Имя Лебедева носит Физический институт РАН.

Гипотеза о световом давлении

Впервые гипотеза о световом давлении была высказана в 1619 г. немецким ученым И. Кеплером (1571-1630) для объяснения отклонения хвостов комет, пролетающих вблизи Солнца



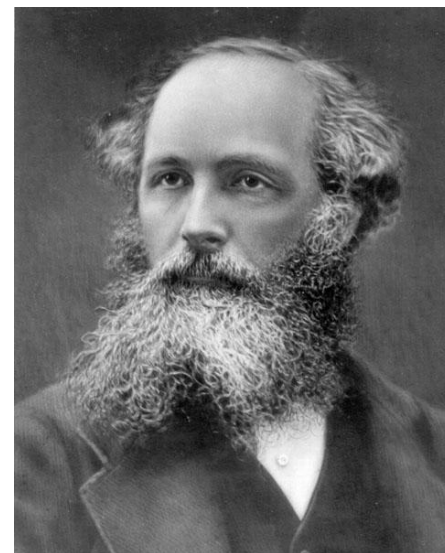
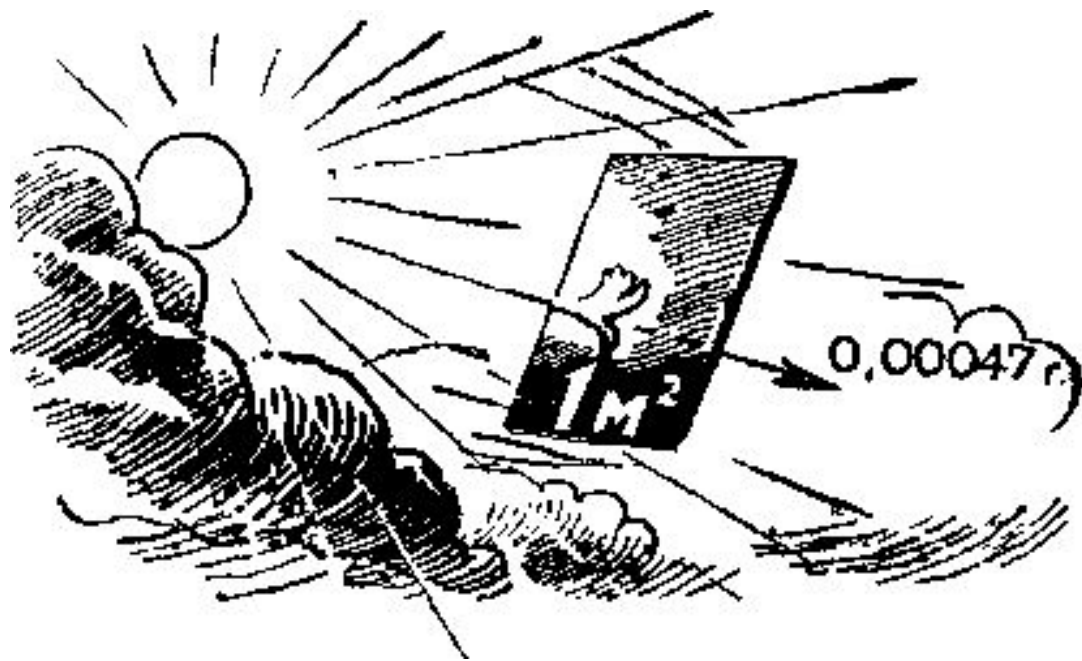
Давление света с точки зрения волновой теории



- В 1873 г. Дж. Максвелл, исходя из представлений об электромагнитной природе света, пришел к выводу:
свет должен оказывать давление на препятствия
(благодаря действию силы Лоренца).

□ на рисунке u - направление скорости электронов под действием электрической составляющей электромагнитной волны).

Расчёт светового давления в теории Д. К. Максвелла



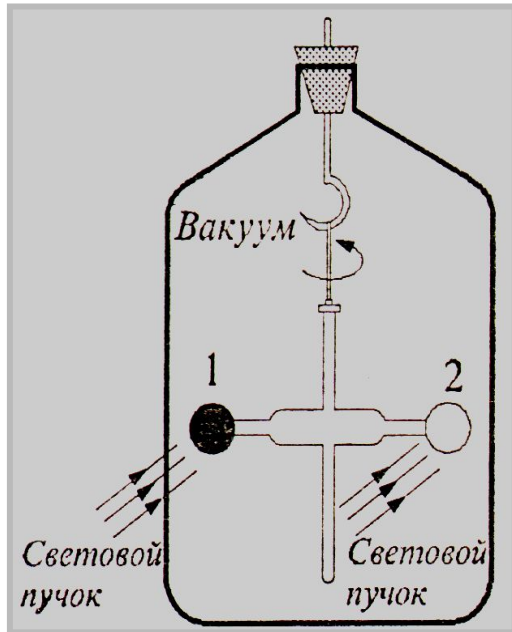
В яркий день свет Солнца, падающий на зеркальную поверхность площадью 1 м^2 действует на неё с силой $4,1 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$.

Опыты П.Н.Лебедева



- Световое давление на твердые тела было измерено П. Н. Лебедевым, который в 1900 г., используя чувствительные крутильные весы. Теория и эксперимент совпали.
- Опыты П. Н. Лебедева — экспериментальное доказательство факта: *фотоны обладают импульсом*

Опыты П.Н. Лебедева



Трудности:

- А) давление света мало
- Б) радиометрический эффект (мешал)
- В) конвекционные потоки воздуха (мешали)

Устранение: тонкие крылышки, вакуум, большой сосуд, светофильтры ИК.

Размеры крыльчатки:

Высота – 4 см

Ширина – 2 см

Диаметр

крылышек – 0,5 см

Толщина

крылышек: 0,1 – 0,01 мм

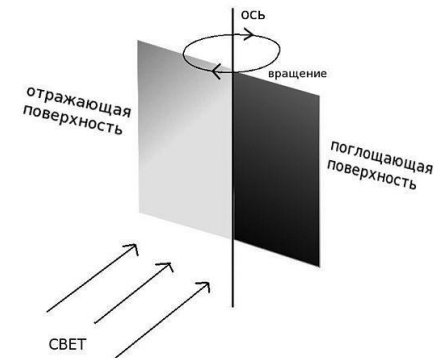
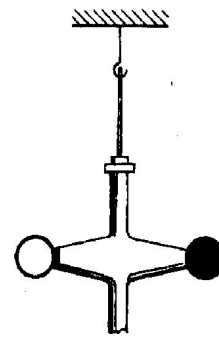
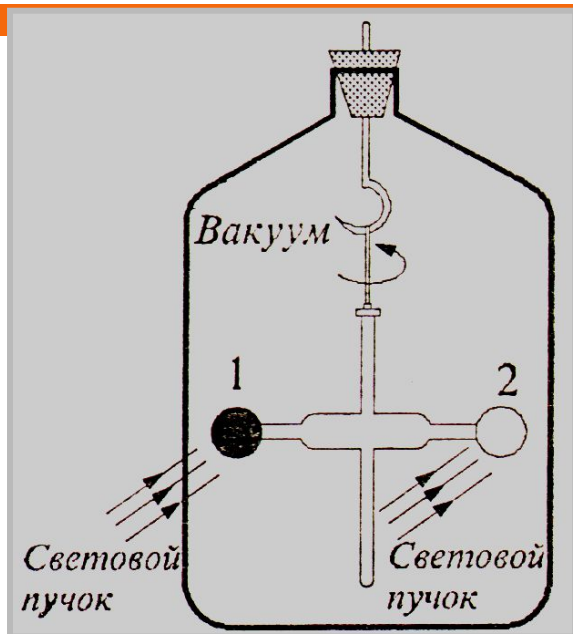


Схема опыта П.Н. Лебедева



Давление света зависит от коэффициента отражения поверхности:

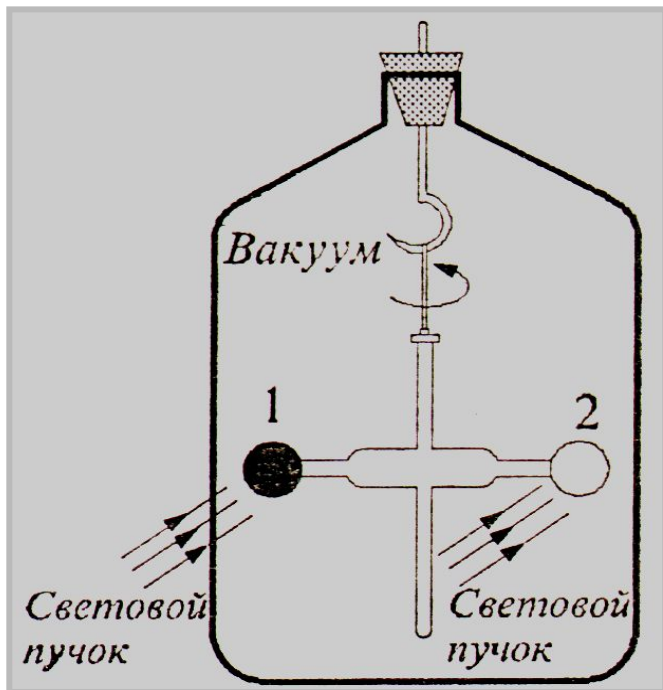
А) при отражении от зеркальной поверхности крылышко (2) получает импульс $p_2 \approx 2p$.

Б) поверхность чёрного крылышка (1) поглощает свет и $p_1 \approx p$.

Экспериментальное измерение давления света ($\approx 10^{-6} \text{ Н/м}^2$) с точностью до 2% совпало с теоретическими расчётами

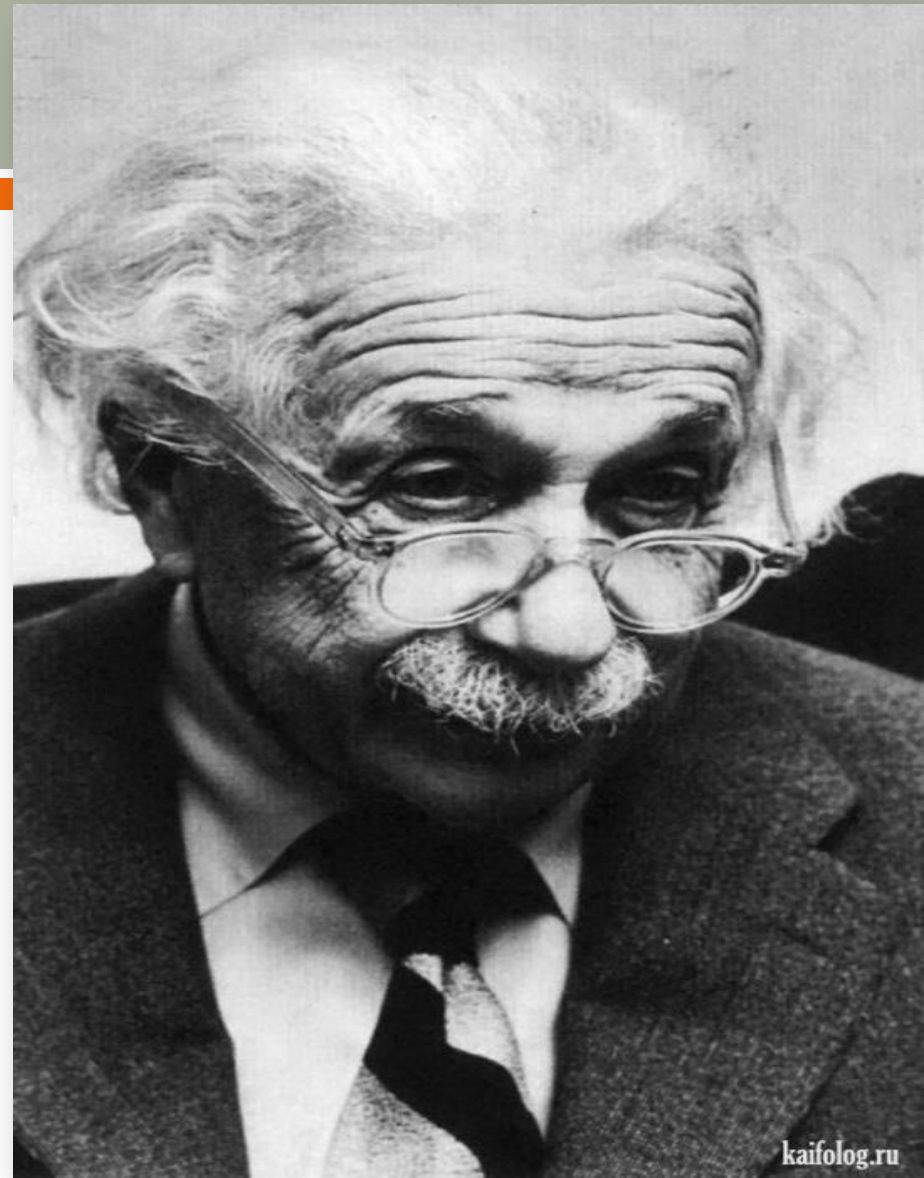
Максвелла.

Объяснение давления света с точки зрения квантовой теории



Световые частицы – фотоны, попадая на вещество, передают ему свой импульс и тем самым, действуют на него с силой, которую и называют силой светового давления.

▣ *Альберт Эйнштейн (14 марта 1879 — 18 апреля 1955) – гениальный физик, положивший основу развития современной физики.*



- Родился в Германии в 1879 году в небогатой семье. Замкнутый по характеру подросток был глубоко верующим, в школе не отличался успехами от остальных учеников. Познакомившись с философскими произведениями Канта, Эйнштейн увлекся математикой и физикой. Получил образование в Луитпольской гимназии, где стал выделяться хорошим знанием точных наук.
- Переехав в Италию, а затем в Швейцарию, Эйнштейн не поступил в Политехникум Цюриха. Однако получил аттестат в швейцарской школе Аарау, а затем с увлечением учился на педагогическом факультете Политехникума. По размышлениям Эйнштейна, для запоминания материала не нужно его заучивать, достаточно логически разобрать материал
- Увлечения физикой и математикой, постоянные исследования приводят к публикации ряда статей по статической механике, физике молекул. Наиболее известным учением Эйнштейна является теория относительности. Эта теория была развита на основе геометрической теории относительности Лобачевского. К другим величайшим открытиям ученого относят работы по фотоэффекту, броуновскому движению. Используя квантовую статистику Эйнштейн вместе с физиком Бозе открыл пятое состояние вещества, названное в их честь конденсатом Бозе-Эйнштейна.
- Затем Эйнштейн переехал в США и стал преподавать физику в институте Принстона. Параллельно с преподавательской деятельностью ученый работал над теорией единого гравитационно-электромагнитного поля. Умер Эйнштейн в 1955, тело его было кремировано, а прах развеян.

Величайших ученый, основоположник многочисленных теорий, Эйнштейн до конца жизни оставался открытым, скромным и приветливым человеком.

Эйнштейн был убежден, что за квантовым миром с его непредсказуемостью, неопределенностью и беспорядком скрывается привычный классический мир конкретной действительности, где объекты обладают четко определенными свойствами, такими, как положение и скорость, и детерминировано движутся в соответствии с причинно-следственными закономерностями. «Безумие» атомного мира, по утверждению Эйнштейна, не является фундаментальным свойством. Это всего лишь фасад, за которым «безумие» уступает место безраздельному господству разума.

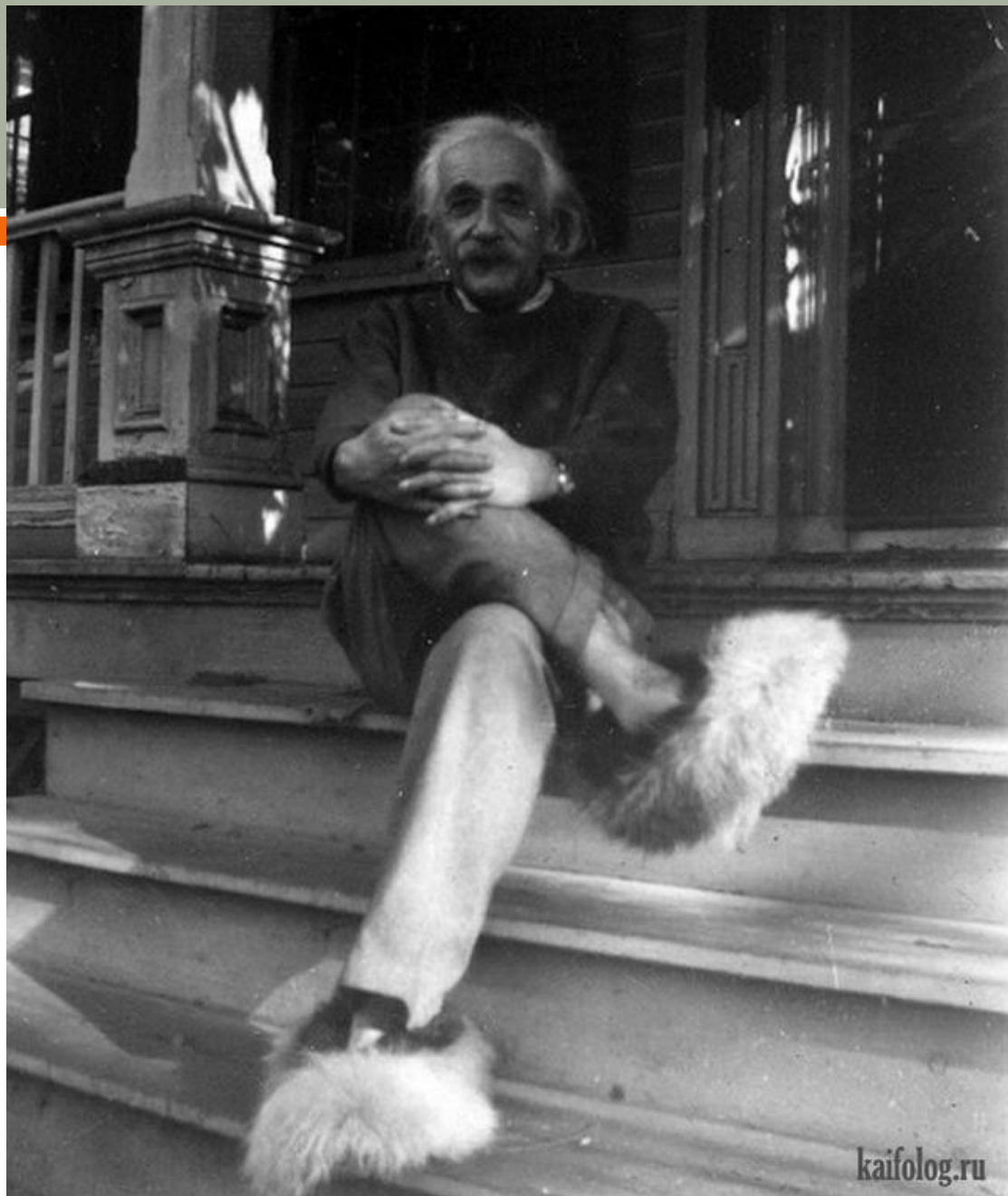
Фундаментальное допущение, из которого исходил Эйнштейн со своими коллегами, было связано с признанием существования «объективной реальности». Они предполагали, что такие характеристики, как положение и импульс частицы, существуют объективно, даже если частица удалена и эти характеристики непосредственно не наблюдаемы. Именно в этом Эйнштейн расходился с Бором. По мнению Бора, просто нельзя приписывать частице такие характеристики, как положение и импульс, если нет возможности реально их наблюдать. Измерение, выполненное кем-то еще («по доверенности») в счет не идет.

Сам Эйнштейн, отвергая фундаментальность вероятностного квантового описания реальности, стремился не к старому лапласовскому, а к некоему новому сверхдетерминизму, который подчинил бы определенным законам не только развитие во времени, но и начальные состояния. Этот сверхдетерминизм мог бы, по мнению Эйнштейна, заменить квантовое описание, также не допускающее полного произвола в начальных состояниях.



«Я все еще верю в возможность построить такую модель реальности, т. е. такую теорию, которая выражает сами вещи, а не только вероятности их поведения»

В письме М. Борну он пишет: «В наших научных ожиданиях мы стали антиподами. Ты веришь в Бога, играющего в кости, а я в Совершенную Закономерность чего-то объективно должного существовать в мире, закономерность, которую я грубо спекулятивным образом пытаюсь ухватить... Большие первоначальные успехи квантовой теории не заставят меня поверить в фундаментальность игры в кости, хотя я хорошо знаю, что более молодые коллеги считают это следствием моего склероза»



Спасибо за
внимание!